

PAT-NO: JP403041306A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03041306 A

TITLE: MEASURING APPARATUS OF SECTIONAL AREA AND  
VOLUME

PUBN-DATE: February 21, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

FUJIHIRA, YOSHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

KK ASUTETSUKUSU

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP01175524

APPL-DATE: July 10, 1989

INT-CL (IPC): G01B011/24

ABSTRACT:

PURPOSE: To enable real-time measurement of a sectional area or volume of a workpiece in conveyance by CPU of a personal computer level, by computing a sectional area between a contour perceived by a scanning means and a belt conveyor.

CONSTITUTION: A lamp 15 and a video camera 4 are provided in a housing 14 inside a case 13. The lamp 15 applies an illumination light 2 onto a workpiece 1 such as earth or sand conveyed on a belt conveyor 16 and the contour 3 thereof is taken in by the camera 4. Receiving an image signal from the camera 4, a measuring control mechanism 12 using a microcomputer executes a measuring control. In other words, only a video signal is separated from a

composite  
video signal from the camera 4 by a video separation circuit and the  
contour 3  
is determined by a contour level determination circuit. A contour in  
a screen  
containing the contour 3 of the workpiece 1 is scanned in the  
vertical  
direction and a sectional area between this contour 3 and the  
conveyor 16 is  
computed.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)2月21日

G 01 B 11/24

H

8304-2F

審査請求 有 請求項の数 4 (全14頁)

⑭ 発明の名称 断面積および体積計測装置

⑯ 特 願 平1-175524

⑰ 出 願 平1(1989)7月10日

⑱ 発 明 者 藤 平 善 郎 東京都狛江市岩戸北3丁目11番13号 株式会社アステックス  
狛江事業所内

⑲ 出 願 人 株式会社アステックス 東京都杉並区和田3丁目54番10-202号

⑳ 代 理 人 弁理士 池 澤 寛

## 明 細 書

## 1 発明の名称

断面積および体積計測装置

## 2 特許請求の範囲

(1) 搬送手段上を搬送される被計測物体の表面に面状の光線を照射する照明手段と、

この被計測物体の斜め上方に設置するとともに、前記面状の光線により浮き出された被計測物体の輪郭を撮像するビデオカメラとを有するとともに、

このビデオカメラからの映像信号にもとづいて前記搬送手段上の被計測物体の断面積を計測する断面積計測装置であって、

前記ビデオカメラからの映像信号にもとづいて把握される前記被計測物体の輪郭を含む画面内の該輪郭を垂直方向に走査する走査手段と、

この走査手段により把握した前記輪郭と前記搬送手段との間の断面積を計算する断面積計算手

段と、

この断面積計算手段および前記走査手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする断面積の計測装置。

(2) 搬送手段上を搬送される被計測物体の表面に面状の光線を照射する照明手段と、

この被計測物体の斜め上方に設置するとともに、前記面状の光線により浮き出された被計測物体の輪郭を撮像するビデオカメラとを有するとともに、

このビデオカメラからの映像信号にもとづいて前記搬送手段上の被計測物体の断面積を計測する断面積計測装置であって、

前記ビデオカメラからの映像信号にもとづいて把握される前記被計測物体の輪郭を含む画面を所定数の画素に分割するとともに、

これらそれぞれの画素に対応した補正面積値を記憶したメモリ手段と、

前記画面内の前記被計測物体の輪郭を垂直方向に走査する走査手段と、

この走査手段により把握した前記輪郭の画素と前記搬送手段の画素との間のそれぞれの画素に対応した前記補正面積値を加算する加算手段と、

前記メモリ手段、走査手段、および加算手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする断面の計測装置。

(3) 搬送手段上を搬送される被計測物体の表面に面状の光線を照射する照明手段と、

この被計測物体の斜め上方に設置するとともに、前記面状の光線により浮き出された被計測物体の輪郭を撮像するビデオカメラとを有するとともに、

このビデオカメラからの映像信号にもとづいて前記搬送手段上の被計測物体の体積を計測する体積計測装置であって、

前記ビデオカメラからの映像信号にもとづいて把握される前記被計測物体の輪郭を含む画面内の該輪郭を垂直方向に走査する走査手段と、

この走査手段により把握した前記輪郭と前記搬送手段との間の断面積を計算する断面積計算手

段と、

この計算された断面積と前記搬送手段の搬送速度とからこの被計測物体の体積を計算する体積計算手段と、

この体積計算手段、前記走査手段および断面積計算手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする体積の計測装置。

(4) 搬送手段上を搬送される被計測物体の表面に面状の光線を照射する照明手段と、

この被計測物体の斜め上方に設置するとともに、前記面状の光線により浮き出された被計測物体の輪郭を撮像するビデオカメラとを有するとともに、

このビデオカメラからの映像信号にもとづいて前記搬送手段上の被計測物体の体積を計測する体積計測装置であって、

前記ビデオカメラからの映像信号にもとづいて把握される前記被計測物体の輪郭を含む画面を所定数の画素に分割するとともに、

これらそれぞれの画素に対応した補正面積値

3

4

を記憶したメモリ手段と、

前記画面内の前記被計測物体の輪郭を垂直方向に走査する走査手段と、

この走査手段により把握した前記輪郭の画素と前記搬送手段の画素との間のそれぞれの画素に対応した前記補正面積値を加算する加算手段と、

この加算された補正面積値と前記搬送手段の搬送速度とからこの被計測物体の体積を計算する体積計算手段と、

この体積計算手段、前記メモリ手段、走査手段、および加算手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする体積の計測装置。

### 3 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は搬送される被計測物体たとえば土砂その他の粉体の断面積および体積計測装置にかかわるもので、とくに搬送中にこれらの被計測物体の断面積および体積を簡単な構成で計測可能な断面積および体積計測装置に関するものである。

5

#### 〔従来の技術〕

一般にある被計測物体（以下「ワーク」という）の断面積を計測する場合のひとつの手法について、第10図ないし第14図にもとづき説明する。

第10図に示すように、ワーク1の表面に、ある平面を横たすように面状に絞ることにより幅狭な照射光2を照射することによってその表面に線状に輪郭3を浮き出させ、この輪郭3をビデオカメラ4により画像処理装置5内に取り込んで画像処理するものである。つまり、この画像処理装置5内において輪郭3部分を抽出して画面上のアドレスと対応させることによりこのワーク1の形状を数値化することができる。

しかし第11図に示すように、ワーク1および照射光2その他の諸条件により、取り込んだ輪郭3にデータ抜け部分6がある場合には前処理として画像の各種補正処理を行なう必要があり、ワーク1がベルトコンベア等の搬送手段により搬送されている場合にはリアルタイムでこれを実行

6

するためには大型のコンピュータを必要とし、ワーク 1 が搬送されている工事現場等での対応が困難であるという問題がある。

しかも、上記輪郭 3 に相当する抽出しようとする画像（この場合には照射光 2 がワーク 1 に当たって作られる明部）と背景とのコントラストがワーク 1 の性状により低い場合には、さらに多重の演算を行なう必要がある。

なおまた、こうして検出ないし抽出した画面上の輪郭 3 の座標を実際の座標に変換するに際しては、通常は結像面上にはビデオカメラ 4 のレンズの焦点距離に比例した比例定数を全データにかけるだけで実際の座標に変換可能である。

しかしながら、こうした計算をリアルタイムで処理しようとする場合には、一般に大容量かつ高速のコンピュータを必要とし、いわゆるパソコンレベルでは処理が困難である。たとえば上記多重の演算としてコントラスト補強の演算を実行しようとする、この計算量が非常に多いので、パソコンレベルの CPU 側で実行すると時間がかか

りすぎ、リアルタイムでの処理が困難となる。

しかして現実の装置では、ビデオカメラ 4 の設置上の制約から別の問題が発生する。以下説明する。第 1 2 図に示すように、上記照射光 2 を X 軸に沿ってワーク 1 の上方から照射する。ワーク 1 の輪郭 3 の X 軸方向の成分 3 X は長さ H 1 を有し、ビデオカメラ 4 のレンズ 7 によりその受光面 8 上に結んだ結像 9 は長さ H 2 を有するものとする。なおこの第 1 2 図に図示の状態では、ビデオカメラ 4 を水平に配置してあり、そのレンズ 7 の中心を通る光路をワーク 1 の斜線部分 1 A がさえぎっている。

ここで、レンズ 7 を通る光線がすべてさえぎられれば、輪郭 3 の X 軸方向の成分 3 X は受光面 8 上には結像しない。またさえぎられる量が部分的であっても光学系の性能を低下させるものである。

さらに、照射光 2 がワーク 1 と交わる部分の接線と水平線とが作る角度 A 1、およびこの接線とレンズ 7 を通る光線とが作る角度 A 2 が小さい

7

場合には、レンズ 7 は照射光 2 による明部を十分に捕らえることができないものである。

いずれにしても第 1 2 図に示すような配置では、輪郭 3 の X 軸方向の成分 3 X とレンズ 7 との間の間隔を F 1、レンズ 7 と結像 9 との間の間隔を F 2 とすれば、

$$H 1 = H 2 \cdot F 1 / F 2 \dots \text{式 (1)}$$

という単純な関係が成立する反面、角度 A 1 が大きく、かつ斜線部分 1 A のような部分がないワーク 1 の計測しか実行することができないので、現実には大部分のワーク 1 に対して不適当なものになってしまうこととなる。

しかして第 1 3 図に示すように、ビデオカメラ 4 の光軸つまりレンズ 7 の光軸を傾ければ、こうした問題の多くを解決することができる。つまり、この方式によればレンズ 7 の光軸に与える傾きの角度  $\theta$  により、陰となる部分を減らし、角度 A 2 を大きく取ることができる。

ところがこの方式では、輪郭 3 の X 軸方向の成分 3 X の高さないし長さ H 1 に応じてレンズ 7

8

との間の間隔 F 1 が変化する。たとえば、その頂点 3 T とレンズ 7 との間の間隔 D は間隔 F 1 より小さくなるため、以下のような問題が発生する。すなわち、上記間隔 F 1 が変化することにより、輪郭 3 の X 軸方向の成分 3 X がその全部にわたって受光面 8 上に鮮明な結像を結ばなくなり、いわゆるピン트가ずれた状態となる。

こうした状態を第 1 4 図に示す。第 1 4 図は第 1 3 図の結像 9 の上下を反転して正立状態での結像 9 を示しているもので、図中実線は受光面 8 の X 方向および Y 方向の座標を示し、点線は結像する座標を示している。図示のように、輪郭 3 の X 軸方向の成分 3 X の頂点 3 T の部分が下方の部分より大きく拡大された状態で受光面 8 に結像することとなる。したがって、この受光面 8 内で結像 9 の面積を求めようとするときには、こうした画像のゆがみを補正する必要がある。

また第 1 2 図に示した場合とは異なり、長さ H 1 と長さ H 2 との関係が以下の式のように複雑となる。すなわち、 $F 1 / F 2 = B$  とすれば、

9

10

$$\begin{aligned}
 H1 &= H2 \cdot B \cdot (\cos \theta \\
 &+ (F1 \cdot \sin \theta - H2 \cdot B \cdot \cos \theta) \\
 &/ (F1 \cdot \cos \theta + H2 \cdot B \cdot \sin \theta)) \\
 &\dots\dots\dots \text{式(2)}
 \end{aligned}$$

したがって、ワーク1の断面積を求めるときにこの誤差は無視することができないものとなるが、リアルタイムでこの補正処理を行なうには大型のコンピュータを必要とすることが常識であった。なお、こうした画像のゆがみは上記式(1)および(2)のような直線的なゆがみの場合以外に、魚眼レンズ等による球面的なゆがみ、さらには左右でその程度が異なるゆがみ等各種のレンズ系に依存するものである。

こうした問題に対し実際の装置では二通りの対策が考えられる。

第一の対策は、間隔F1と傾きの角度θとの適当な選択により変化量を減少させることにより第12図に図示の状態に近づけ、上記式(1)を使用しても間隔F1の変化によって生じる誤差が実用上許容することができる範囲内に押えるよ

うにする考えである。この方法では、角度θを小さくするか、間隔F1を大きくするかすることにより誤差を減少させることはできる。ところが、傾きの角度θの最小値はワーク1の形状で決定されてしまうので、間隔F1を大きくすることにより誤差を減少させることができる反面、間隔F1を大きくすると装置全体の大型化につながる。

第二の対策は、照射光2の光量をより明るくするなどして対応し、長さH1の演算に関しては間隔F1の変化に対応した式を実行する方法がある。この方法においては、間隔F1の変化を考慮して式(2)程度の式を実行するとすれば、これをパソコンレベルのCPU側によってはリアルタイムで実行することができなくなってしまうという問題がある。

したがって、搬送中の各種のワークたとえば工事現場の土砂、あるいは工場の粉体などの断面積を計測したり、あるいはこの断面積にもとづきその体積を計測する場合に、大型のコンピュータを使用しなければリアルタイムで計測を行なうこ

11

とができず、それぞれの現場において簡単に計測を行なうことができないという不都合があり、実際上の応用場面がないという問題がある。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

本発明は以上のような諸問題にかんがみなされたもので、搬送中のワークの断面積ないしは体積をパソコンレベルのCPUによってリアルタイムで計測可能な断面積および体積計測装置を提供することをその課題とする。

#### 〔課題を解決するための手段〕

すなわち本願による第一の発明は、搬送手段上を搬送される被計測物体(ワーク)の表面に面状の光線を照射する照明手段と、この被計測物体の斜め上方に設置するとともに上記面状の光線により浮き出された被計測物体の輪郭を撮像するビデオカメラとを有するとともに、このビデオカメラからの映像信号にもとづいて上記搬送手段上の被計測物体の断面積を計測する断面積計測装置で

12

あって、上記ビデオカメラからの映像信号にもとづいて把握される上記被計測物体の輪郭を含む画面内の該輪郭を垂直方向に、つまりワークが搬送されるベルトコンベア等の搬送装置の上下方向に向って走査する走査手段と、この走査手段により把握した上記輪郭と上記搬送手段との間の断面積を計算する断面積計算手段と、この断面積計算手段および前記走査手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする断面積の計測装置である。

また第二の発明は、同じく搬送手段上の被計測物体の断面積を計測する断面積計測装置であって、上記ビデオカメラからの映像信号にもとづいて把握される上記被計測物体の輪郭を含む画面を所定数の画素に分割するとともに、これらそれぞれの画素に対応してあらかじめ計算しておいた補正面積値を記憶したメモリ手段と、上記画面内の上記被計測物体の輪郭を垂直方向に走査する走査手段と、この走査手段により把握した上記輪郭の画素と上記搬送手段の画素との間のそれぞれの画素に対応した上記補正面積値を加算する加算手段

13

14

と、上記メモリ手段、走査手段、および加算手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする断面積の計測装置である。

第三の発明は、上記第一の断面積計測装置によって計測された断面積から被計測物体の体積を計測する体積計測装置であって、上記ビデオカメラからの映像信号にもとづいて把握される上記被計測物体の輪郭を含む画面内の該輪郭を垂直方向に走査する走査手段と、この走査手段により把握した上記輪郭と上記搬送手段との間の断面積を計算する断面積計算手段と、この計算された断面積と上記搬送手段の搬送速度とからこの被計測物体の体積を計算する体積計算手段と、この体積計算手段、上記走査手段および断面積計算手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする体積の計測装置である。

第四の発明は、上記第二の断面積計測装置によって計測された断面積から被計測物体の体積を計測する断面積計測装置であって、上記ビデオカメラからの映像信号にもとづいて把握される上記

被計測物体の輪郭を含む画面を所定数の画素に分割するとともに、これらそれぞれの画素に対応した補正面積値を記憶したメモリ手段と、上記画面内の上記被計測物体の輪郭を垂直方向に走査する走査手段と、この走査手段により把握した上記輪郭の画素と上記搬送手段の画素との間のそれぞれの画素に対応した上記補正面積値を加算する加算手段と、この加算された補正面積値と上記搬送手段の搬送速度とからこの被計測物体の体積を計算する体積計算手段と、この体積計算手段、上記メモリ手段、走査手段、および加算手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする体積の計測装置である。

上記各発明を要約すれば、第一および第三の発明は、ビデオカメラで取り込んだ映像信号によるワークの輪郭を垂直方向に走査することとした断面積および体積計測装置である。

また第二および第四の発明は、ワークの長さはある結像の受光データ長さに対して一義的な値しか持たないので、ワークの長さの値をあらかじめ

15

め決定しておくことができるという点に着目し、前記式(2)を各データ毎にリアルタイムで実行することなく、長さに対する長さの補正値を画面全体について決定しておけば各データ入力毎にリアルタイムでワークの長さおよびこの長さにもとづく面積を決定可能との観点に立ち、あらかじめ演算した補正面積値を加算するようにした断面積および体積計測装置である。なお、上記補正面積値は各種のレンズ系に応じてこれを準備するものとする。

#### [作用]

本発明による断面積および体積計測装置においては、照射光をワークに照射してその輪郭を判断するにあたり、ビデオカメラにより取り込んだ画像情報を縦方向に、つまりワークが搬送されるベルトコンベア等の搬送装置の上下方向に向って走査することとしたので、一義的に輪郭のアドレスの検出を行なうことができるとともに、データ抜け等があっても、補正処理が容易である。

17

16

さらに、ビデオカメラをワークに対して傾斜して設定したことによる受光面上の画像のゆがみを補正する手段として、あらかじめ補正計算をしたデータ内容を補正面積値のテーブルとして記憶しておき、受光面の輪郭を検出するたびにそれぞれの画素に対応するアドレス部分の補正面積を加算することにより全体の断面積を計測することができる。

また、こうして求めた断面積にベルトコンベア等の搬送手段の搬送速度による移動距離をかけることにより所定時間内の搬送される体積も求めることができる。

なお同様に、各画素に対応するワークの面積およびモーメント等をあらかじめ決定しておけば、ワークの面積モーメント等も計測可能である。

#### [実施例]

以下本発明の一実施例による断面積および体積計測装置について第1図ないし第7図にもとづ

18

き説明する。ただし、以下の説明では第10図ないし第14図と同様の部分には同一符号を付し、その詳述はこれを省略する。

第1図は上記断面図および体積計測装置10の外観を示す概略斜視図であって、この断面図および体積計測装置10は画像取込み機構11と計測制御機構12とを有する。この画像取込み機構11は、第1図および第2図に示すように、保護ケース13内のハウジング14に照明手段としてのランプ15および前記ビデオカメラ4を設けている。このランプ15は、搬送手段たとえばベルトコンベア16上に搬送される土砂等のワーク1に前記照射光2を照射し、その輪郭3をビデオカメラ4により取り込むものとする。

上記計測制御機構12はビデオカメラ4からの画像信号を受信して計測制御を行なうもので、ベルトコンベア16に設けたパルスジェネレータ17にこれを接続してある。

第3図はこの計測制御機構12の具体的な回路の構成を示すブロック図であって、CPUとし

てのマイクロコンピュータ20に図示のように各画像処理用回路を接続してある。すなわち、ビデオカメラ4からの複合映像信号から映像分離回路21により映像信号のみを分離可能とし、輪郭レベル判定回路22により輪郭3を判定する。また輪郭レベル判定回路22にD/Aコンバータ23を接続してある。

また、上記複合映像信号は同期分離回路24からエラー処理回路25およびタイミングおよび制御信号発生回路26に入力され、このタイミングおよび制御信号発生回路26には輪郭レベル判定回路22、Yカウンタ27、Xカウンタ28、バッファ29、および加算器30を接続し、バッファ29には面積ROM31を接続してある。この面積ROM31は、補正面積値を記憶したテーブル（たとえば第7図および第8図にもとづいて後述する補正面積値表41、42）を記憶したメモリ手段である。

なおマイクロコンピュータ20には、ベルトコンベア16に設けたパルスジェネレータ17か

19

20

らのコンベア走間パルス32をタイミング発生回路33を介して入力する。さらに、マイクロコンピュータ20にはディスプレイ・走査スイッチ等回路34を接続するとともに、計測結果を外部信号として出力可能としてある。

第4図および第5図に示すように、ビデオカメラ4の受光面8のウィンドウ40はX-Y平面内にこれを規定し、輪郭3の断面の走査をウィンドウ40の平面内において行なうものとする。図示のように、第4図中縦方向をX方向としX<sub>min</sub>からX<sub>max</sub>まで、横方向をY方向としY<sub>min</sub>からY<sub>max</sub>までのウィンドウ40を設定してある。したがって、X<sub>min</sub>とY<sub>min</sub>との交点を(0, 0)とし、X<sub>max</sub>とY<sub>max</sub>との交点を(N, N)またはウィンドウ40に応じて(N, M)と設定してある(N, Mはそれぞれ正の整数)。

第4図のウィンドウ40を受光面8内でXY方向の画素単位にわけた例を第5図に示す。この例ではN, M=0~7としてウィンドウ40を縦横に八分割し、このウィンドウ40内での走査に

よりそれぞれの画素の座標(X, Y)がワーク1の輪郭3(図中斜線部分)に相当したときにYカウンタ27およびXカウンタ29からのアドレス信号が面積ROM31に出力され、この画素より下方でベルトコンベア16の画素より上方の画素領域の補正面積値を加算器30が加算してゆくものとする。

こうした計測制御工程について、第6図のフローチャート図にもとづき説明する。

このフローチャート図はY方向1ライン分の処理で、このフローチャート図においてはひとつのラインの走査が完了し、ある画素の(X, Y)座標が確定するたびにこのフローを実行するものである。すなわち、第6図のステップS1においてYカウンタ27、Xカウンタ28からのデータを読み込む。つぎのステップS2においてYの座標がY<sub>max</sub>をこえているか、あるいはY<sub>min</sub>に満たないかを判断し、「YES」であれば対象となるワーク1はウィンドウ40の範囲を逸脱しているとして(ステップS3)、このフローから出て

21

22



エラー処理あるいはウィンドウ40拡大処理等を行なう（詳述は省略）。

上記ステップS2において「NO」であればつぎのステップS4においてYの座標が $Y_{max}$ か否かを判断する。「YES」であればこのウィンドウ40内の走査を終了するステップへ進む（ステップS15以降）が、「NO」であれば、さらにつぎのステップS5においてYが $Y_{min}$ であるかを判断する。「YES」であれば、Xの座標がベルトコンベア16の底面より小さいかを判断する（ステップS6）。「YES」であれば、ワーク1の輪郭3が第4図において $X_{min}$ より上方に位置しデータが有ることになり、-Yエリアオーバーのフラグをセットする（ステップS7）。こうしたフラグセットにより後処理としてウィンドウ40の拡大その他の補正処理を行なうものとする。

ステップS6において「NO」であれば、前回のサイクルにおいて入力したXの座標データをベルトコンベア16の底面データとして入力する

## 23

S」と判断しデータ抜けとしたときには、前回の旧補正面積値 $\Delta S$ を用いて $S = S + \Delta S$ の計算を行なうものとする。

なお、前記ステップS4において「YES」であれば、このウィンドウ40内での一回の処理を終了するために、ステップS15においてXの座標がベルトコンベア16の底面の座標と等しいか否かを判断する。「NO」であれば、前回のXデータが底面データであるかを判断し（ステップS16）、「NO」であれば、前述した-Yエリアオーバーのフラグセットと同様に、ステップS17において+Yエリアオーバーとしてフラグをセットする。

上記ステップS15およびステップS16において「YES」であればステップS18において断面積 $= S - \text{ベルトコンベア16の面積}$ を計算することができる。

つぎのステップS19においてこの新断面積およびフラグさらにはカウンタ値を登録し、次の断面積、フラグ、カウンタのためにこれらをク

（ステップS8）。ついでステップS9においてXの座標が $X_{min}$ より小さいかを判断する。「YES」であれば、Xエリアオーバーとしてカウンタを「+1」だけカウントアップする（ステップS10）。このカウンタ値も上記-Yエリアオーバーのフラグと同様に所定回数カウントがある場合にエラー処理あるいはウィンドウ40の拡大処理等を行なうためのものである。

ステップS9において「NO」であればつぎのステップS11においてXの座標がベルトコンベア16の底面の座標より大きいかを判断する。「YES」の場合には、データ抜けとしてカウンタを「+1」だけカウントアップする（ステップS12）。ステップS11において「NO」であれば、たとえば第7図ないし第8図に示すような補正面積値表41、42（後述）から（X, Y）の座標に該当する補正面積値 $\Delta S$ を加算し、 $\Delta S$ を更新する（ステップS13）。そしてステップS14において $S = S + \Delta S$ の式により面積を計算する。なお、上記ステップS9において「YE

## 24

リアする（ステップS20）。さらに、ステップS21において断面の番号を「+1」だけカウントアップし、つぎのサイクルの走査による輪郭3の座標（X, Y）の確定を待つことになる。

さらに、必要であれば、かくして計測した断面積にベルトコンベア16の移動距離を乗算するとともに、それぞれの断面についてこれを積分することによりワーク1の体積をリアルタイムで求めることができるものである。

つぎに、上記ステップS13、S14において行なう計算に用いる補正面積値の表について説明する。なお、図解を簡単にするために画面をXYを縦横八分割、計64個の画素としてある。

第7図に示した補正面積値表41は、あらかじめ補正計算した各画素自体の補正面積値 $\Delta S$ をそれぞれの画素に振り当ててあるもので、たとえば太い実線で示した輪郭3以下の部分にワーク1があるとすれば、まず最初の走査においてY座標 $= 0$ のライン上にある画素（4, 0）が輪郭3の端部と判断され、この補正面積値 $\Delta S$ 「199」

## 25

## 26

を得る。

さらにこの下方に位置する画素(5, 0)の補正面積値 $\Delta S$ 「215」、画素(6, 0)の補正面積値 $\Delta S$ 「234」および画素(7, 0)の補正面積値 $\Delta S$ 「255」を加算することにより加算値「903」とする。つぎのY座標=1のラインの走査では画素(3, 1)以下の画素の補正面積値 $\Delta S$ 「181」、「196」、「212」、「231」および「251」を上記Y座標=0の加算値「903」に加算する。以下同様にして輪郭3以下の画素の補正面積値 $\Delta S$ を加算してその総和「7895」を得る。ついで、ベルトコンベア16より下方に位置している画素の補正面積値 $\Delta S$ の総計つまり画素(6, 0)の「234」、画素(7, 0)の「255」、画素(6, 1)の「231」、画素(7, 1)の「251」、画素(7, 7)の「229」の総計「2400」を上記総和「7895」から差し引くことにより「5495」の面積値を得ることができる。

つぎに第8図の補正面積値表42は、各画素

の位置にそれより下方に位置する画素の補正面積値 $\Delta S$ の和を振り当て、輪郭3に相当する画素から下方を面積ストライプとして処理しているものである。第6図のフローチャート図はこの補正面積値表42を用いている。

たとえば、最初の走査においてY座標=0のライン上にある上述の画素(4, 0)の補正面積値 $\Delta S$ は、第7図における上記各画素(4, 0)、(5, 0)、(6, 0)および(7, 0)の補正面積値 $\Delta S$ の和「903」に相当している。

したがって、この補正面積表42を用いる場合には、すべての画素の補正面積値 $\Delta S$ を加算することなく、輪郭3に相当する画素の部分の補正面積値 $\Delta S$ を総和するとともに、ベルトコンベア16に沿ったその下方の画素の補正面積値 $\Delta S$ の総計を差し引けばよいこととなり、計算速度を短縮することができる。

具体的に述べると、まず画素(4, 0)の補正面積値 $\Delta S$ 「903」、画素(3, 1)の補正面積値 $\Delta S$ 「1071」画素(2, 2)の補正面

27

積値 $\Delta S$ 「1220」、画素(5, 7)の補正面積値 $\Delta S$ 「635」の総計「7895」を得る。ついで、ベルトコンベア16に沿ったその下方の画素の補正面積値 $\Delta S$ つまり画素(6, 0)の補正面積値 $\Delta S$ 「489」、画素(6, 1)の補正面積値 $\Delta S$ 「482」、画素(7, 2)の補正面積値 $\Delta S$ 「247」、画素(7, 7)の補正面積値 $\Delta S$ 「229」の総計「2400」を上記総計「7895」から差し引くことにより、上述の第7図の補正面積値表41を用いた場合と同じ面積値「5495」を得ることとなる。

なお、第9図は本発明の計測制御機構12の他の構成例を示すもので、前記面積ROM31を直接マイクロコンピュータ20に接続してあるものである。

なおまた、本発明においては上述のような断面面積および体積以外にも、同様な手法により面積モーメントを計測することも可能である。

【発明の効果】

29

28

上述のように、本発明による断面面積および体積計測装置においては、被計測物体(ワーク)の輪郭に対して縦方向に走査を行なうことにより搬送中のワークの輪郭を簡単に捕らえることができるとともに、ビデオカメラの設置位置による画像のゆがみを補正した補正面積値を各画素に重みを付した補正面積値の表として記憶し、これを用いて計算することにより、通常は大型のコンピュータを必要とする断面面積ないしは体積の計測をパソコンレベルの小容量のコンピュータを用いてリアルタイムで工事現場あるいは工場等において簡単に計測することができる。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例による断面面積および体積計測装置10の外観を示す概略斜視図、

第2図は同、断面面積および体積計測装置10の概略構成図、

第3図は計測制御機構12の具体的な回路の構成を示すブロック図、

30

第4図は同、ウィンドウ40の説明図、

第5図は同、ウィンドウ40の走査用グラフの説明図、

第6図は同、走査および計測のフローチャート図、

第7図は同、補正面積値表41の説明図、

第8図は本発明の他の構成における補正面積値表42の説明図、

第9図は本発明の計測制御機構12の他の構成のブロック図、

第10図は従来からの照射光2による輪郭3の検出の原理図、

第11図は同、ビデオカメラ4により取り込んだ輪郭3の説明図、

第12図はワーク1に対して水平に設置したビデオカメラ4のレンズ7との相対位置関係を示す説明図、

第13図はワーク1に対して傾斜して設置したビデオカメラ4のレンズ7との相対位置関係を示す説明図、

第14図は第13図の場合の画像のゆがみを示す説明図である。

- 1 . . . . .ワーク（被計測物体）
- 1 A . . . . .ワーク1の斜線部分
- 2 . . . . .照射光
- 3 . . . . .輪郭
- 3 X . . . . .輪郭3のX軸方向の成分
- 3 T . . . . .X軸方向の成分3 Xの頂点
- 4 . . . . .ビデオカメラ
- 5 . . . . .画像処理装置
- 6 . . . . .データ抜け部分
- 7 . . . . .レンズ
- 8 . . . . .受光面
- 9 . . . . .結像
- 10 . . . . .断面積および体積計測装置
- 11 . . . . .画像取込み機構
- 12 . . . . .計測制御機構
- 13 . . . . .保護ケース
- 14 . . . . .ハウジング

## 31

- 15 . . . . .ランプ（照明手段）
- 16 . . . . .ベルトコンベア
- 17 . . . . .パルスジェネレータ
- 20 . . . . .マイクロコンピュータ
- 21 . . . . .映像分離回路
- 22 . . . . .輪郭レベル判定回路
- 23 . . . . .D/Aコンバータ
- 24 . . . . .同期分離回路
- 25 . . . . .エラー処理回路
- 26 . . . . .タイミングおよび制御信号発生回路
- 27 . . . . .Yカウンタ
- 28 . . . . .Xカウンタ
- 29 . . . . .バッファ
- 30 . . . . .加算器（加算手段）
- 31 . . . . .面積ROM（メモリ手段）
- 32 . . . . .コンベア走間パルス
- 33 . . . . .タイミング発生回路
- 34 . . . . .ディスプレイ・走査スイッチ等回路
- 40 . . . . .ウィンドウ
- 41、42 . . . . .補正面積値表

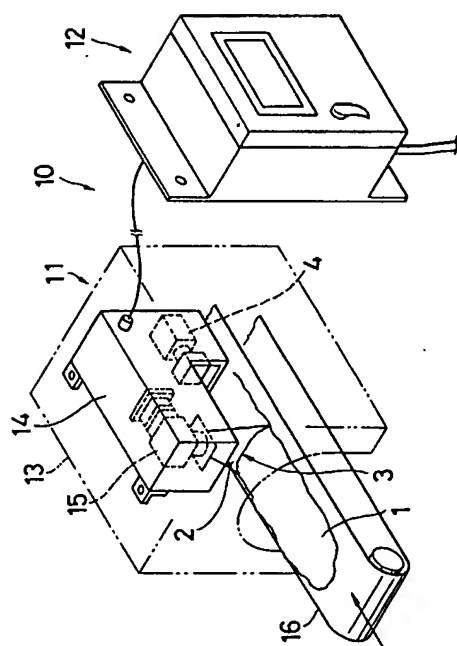
## 33

## 32

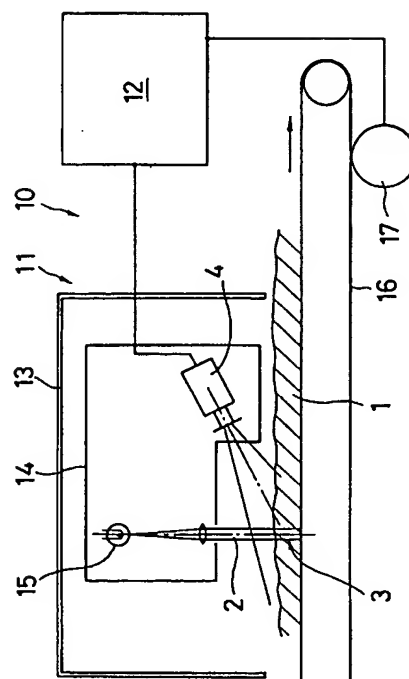
- A1 . . . . .照射光2がワーク1と交わる部分の接線と水平線とが作る角度
- A2 . . . . .照射光2がワーク1と交わる部分の接線とレンズ7を通る光線とが作る角度
- D . . . . .頂点3 Tとレンズ7との間の間隔
- F1 . . . . .輪郭3のX軸方向の成分3 Xとレンズ7との間の間隔
- F2 . . . . .レンズ7と結像9との間の間隔
- H1 . . . . .輪郭3のX軸方向の成分3 Xの長さ
- H2 . . . . .結像9の長さ
- $\theta$  . . . . .レンズ7の光軸に与える傾きの角度
- S . . . . .面積
- $\Delta S$  . . . . .補正面積値
- S1～S21 . . . . .ステップ

特許出願人 株式会社アステックス  
代理人 弁理士 池澤 寛

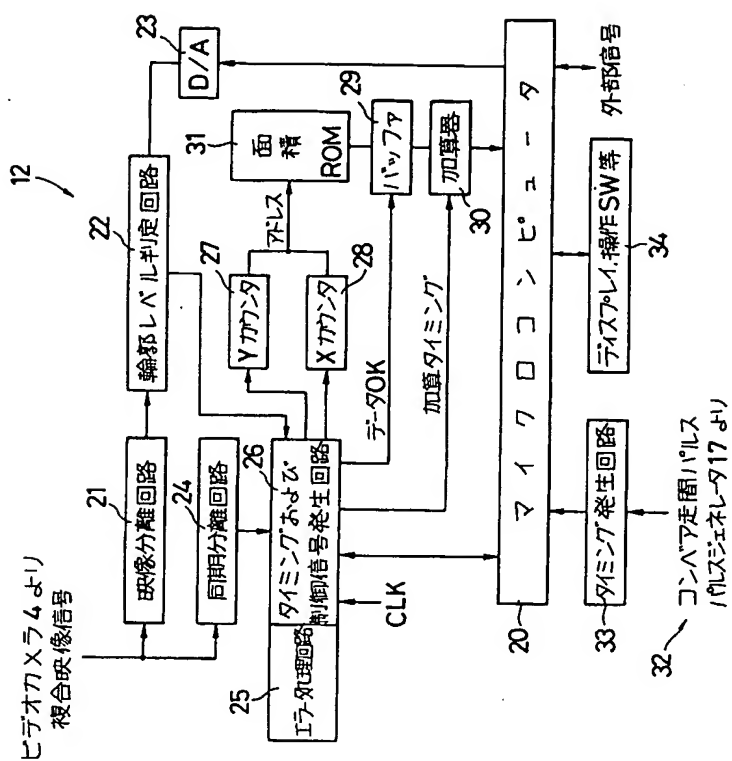
## 34



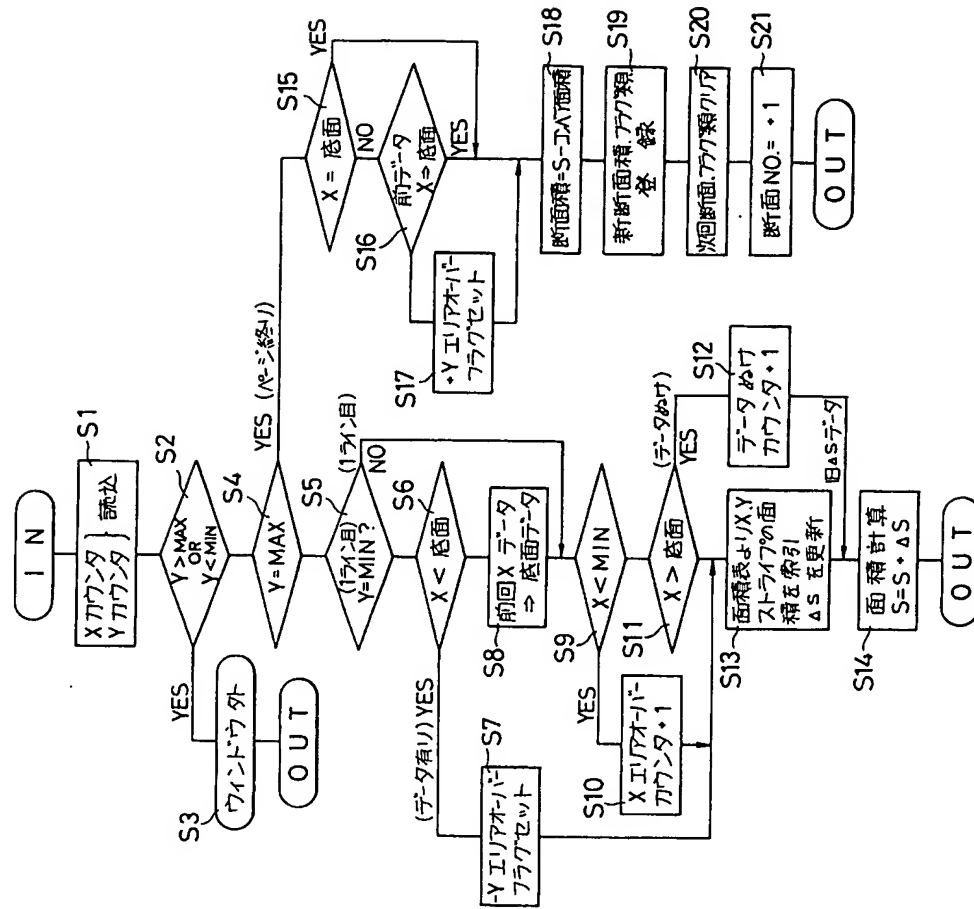
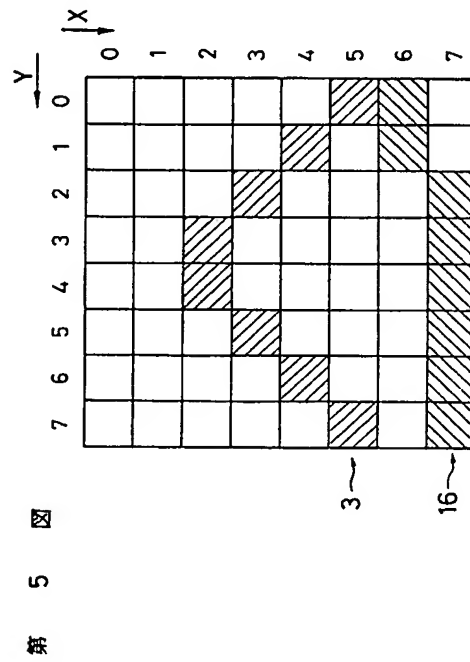
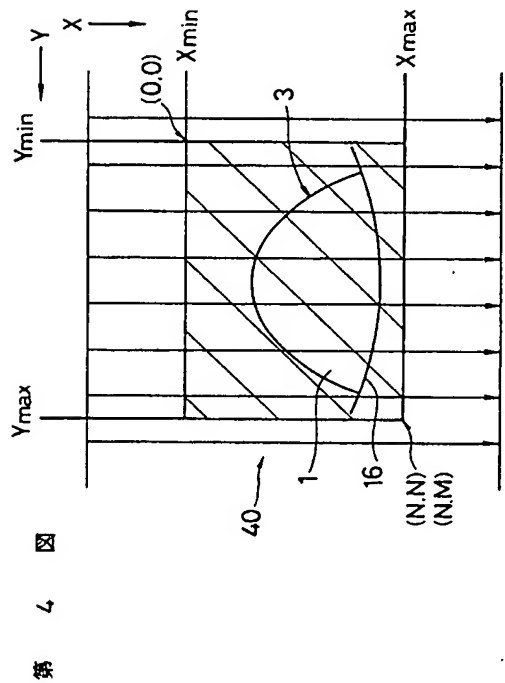
一 概



2



3



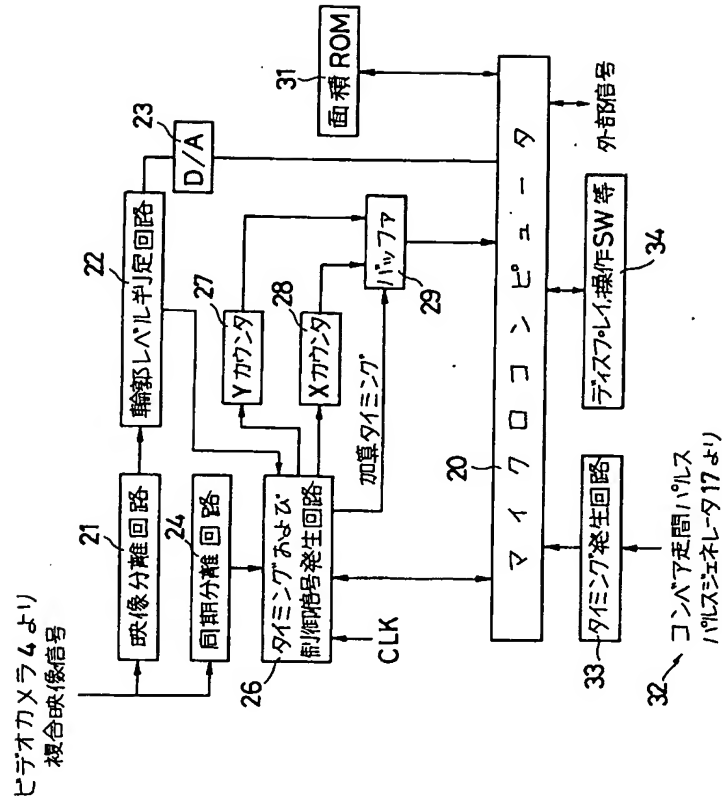
第 7 図

	X								Y
	0	1	2	3	4	5	6	7	
0	147	145	143	141	139	138	136	134	
1	158	156	154	152	150	148	146	144	
2	170	168	165	163	161	159	157	155	
3	184	181	179	176	174	171	169	167	
4	199	196	193	190	188	185	183	180	
5	215	212	209	206	203	200	198	195	
6	234	231	227	224	221	217	214	211	
7	255	251	247	244	240	236	233	229	

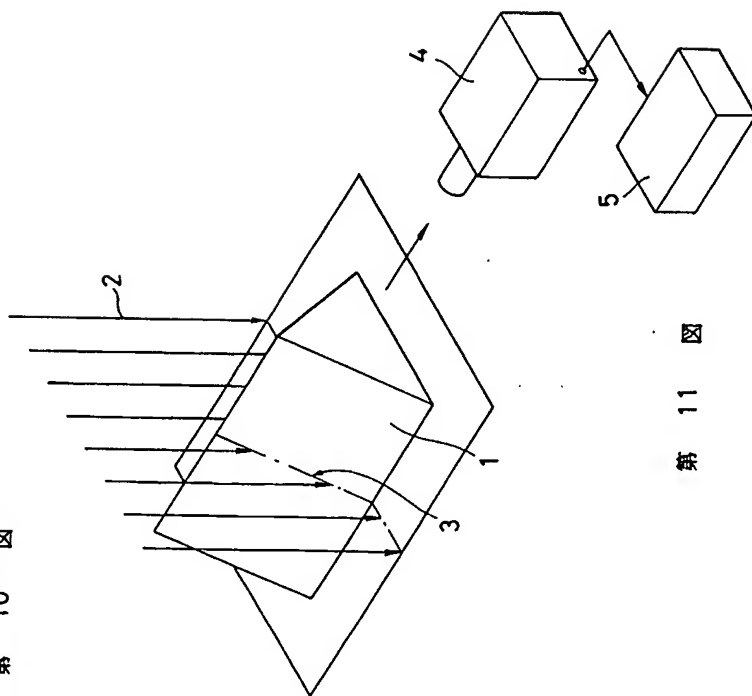
第 8 図

	X								Y
	0	1	2	3	4	5	6	7	
0	1562	1540	1517	1496	1476	1454	1436	1415	
1	1415	1395	1374	1355	1337	1316	1300	1281	
2	1257	1239	1220	1203	1187	1168	1154	1137	
3	1087	1071	1055	1040	1026	1009	997	982	
4	903	890	876	864	852	838	828	815	
5	704	694	683	674	664	653	645	635	
6	489	482	474	468	461	453	447	440	
7	255	251	247	244	240	236	233	229	

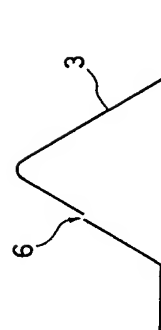
第 9 図



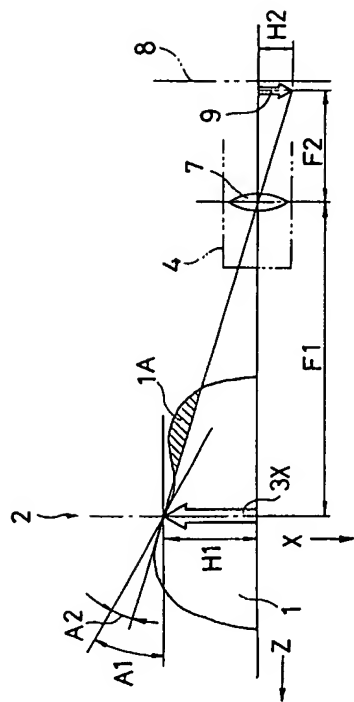
第 10 図



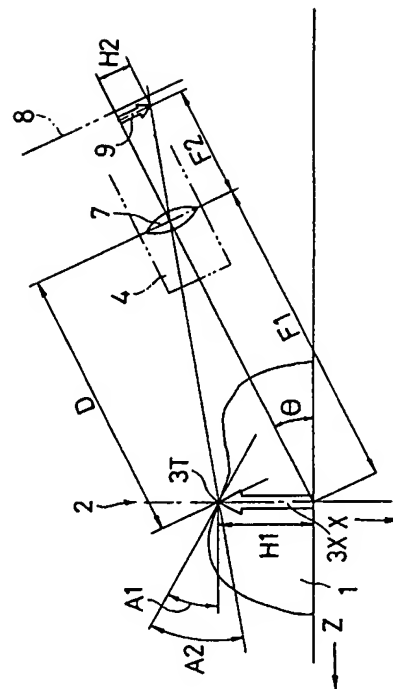
第 11 図



第 12 図



第 13 図



第 14 図

